

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-267408

(43)Date of publication of application : 22.09.1994

(51)Int.Cl.

H01J 9/14
G01B 21/30
G11B 9/00
H01J 37/28
H01L 41/09

(21)Application number : 05-072841

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 09.03.1993

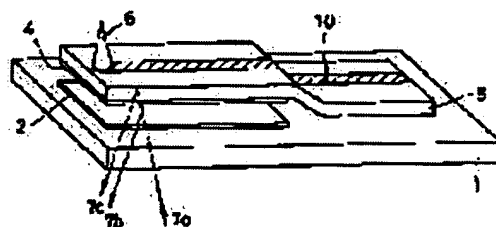
(72)Inventor : TODOKORO YASUYUKI
SAKAI KUNIHIRO
OGUCHI TAKAHIRO
KURODA AKIRA

(54) MANUFACTURE OF DETECTION PROBE FOR VERY SMALL DISPLACEMENT, DETECTION PROBE FOR VERY SMALL DISPLACEMENT, AND SCANNING PROBE MICROSCOPE AND INFORMATION PROCESSOR USING THESE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a probe provided with a Fabry-Perot resonator, with which a bright interference fringe of high contrast can be provided.

CONSTITUTION: A probe is manufactured by utilizing semiconductor processing technique. A cantilever 4, on which a probe point 6 and an electrode 10 with a gap held for a transparent layer (substrate) 1 is formed on the transparent layer provided with a reflection surface 2 for partially reflecting measurement light 7a on one surface. A reflection surface 4 is formed on the surface of the cantilever 1 opposed to the reflection surface 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-267408

(43)公開日 平成6年(1994)9月22日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 9/14	Z	7354-5E		
G 0 1 B 21/30	Z	9106-2F		
G 1 1 B 9/00		9075-5D		
H 0 1 J 37/28	Z			
		9274-4M	H 0 1 L 41/ 08	U
審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 7 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平5-72841

(22)出願日 平成5年(1993)3月9日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 外處 泰之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 酒井 邦裕

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 小口 高弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 豊田 善雄 (外1名)

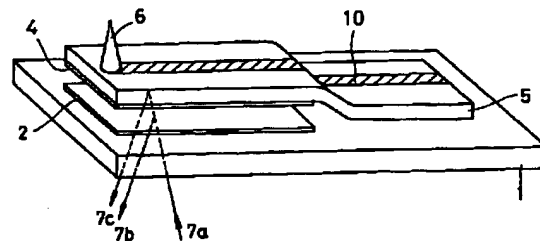
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 微小変位検出プローブの製造方法及び微小変位検出プローブ、及びこれを用いた走査型プローブ顕微鏡、情報処理装置

(57)【要約】

【目的】 明るくコントラストの高い干涉縞が得られるファブリペロー共振器を備えたプローブを提供する。

【構成】 半導体プロセス技術を用い作製されるプローブであって、片面に測定光7aを部分反射する反射面2を有する透明層(基板)1上に、透明層1に対して空隙を保持して探針尖端6及び電極10を有するカンチレバー4が形成されており、反射面2と対向するカンチレバー1の面に反射面4が形成されている微小変位検出プローブ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 カンチレバーの自由端に探針先端を備え、該探針先端と試料表面との相互作用により生ずるカンチレバーの微小変位が、測定光を用いた光学的な手段により検出される微小変位検出プローブの製造方法において、

(1) 測定光に対して透明な層上に後工程で除去するバッファ層を形成する工程、

(2) 上記透明層上にカンチレバー支持部を形成する工程、

(3) 上記バッファ層上にカンチレバー本体を形成する工程、

(4) カンチレバー形成後に上記バッファ層を除去する工程

とを含むことを特徴とする微小変位検出プローブの作製方法。

【請求項2】 請求項1に記載の作製方法により作製される微小変位検出プローブであって、片面に測定光を部分反射する反射面を有する透明層上に、該透明層に対して空隙を保持してカンチレバーが形成されていることを特徴とする微小変位検出プローブ。

【請求項3】 前記カンチレバーの前記透明層と対向する面に、反射面が形成されていることを特徴とする請求項2に記載の微小変位検出プローブ。

【請求項4】 前記透明層と前記カンチレバーとの空隙が、測定光の波長以下であることを特徴とする請求項2又は3に記載の微小変位検出プローブ。

【請求項5】 前記カンチレバーの自由端に設けられた探針先端が導電性材料から成り、該探針先端と試料間にトンネル電流を流すための電極を備えたことを特徴とする請求項2～4いずれかに記載の微小変位検出プローブ。

【請求項6】 請求項2～5いずれかに記載の微小変位検出プローブを同一基板上に複数個有することを特徴とするマルチ微小変位検出プローブ。

【請求項7】 プローブと試料間の近接相互作用を利用した走査型プローブ顕微鏡において、該プローブに請求項2～6いずれかに記載の微小変位検出プローブを用いたことを特徴とする走査型プローブ顕微鏡。

【請求項8】 記録媒体にプローブを介して情報の記録再生を行う情報処理装置において、該プローブに請求項2～6いずれかに記載の微小変位検出プローブを用いたことを特徴とする情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は原子間力やトンネル電流の検知等に用いられる微小変位検出プローブ及びこれを用いた走査型プローブ顕微鏡並びに情報処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 単結晶、非晶質を問わず実空間の高い分解能を有する表面観察方法として、走査型プローブ顕微鏡（以下、SPMと略す）と総称され、試料とプローブの近接相互作用による種々の力を測定する装置が開発されてきている。近年、注目を集めている走査型トンネル顕微鏡（STM）（G. Binnig et al. Phys. Rev. Lett. 49, 57 (1982)）は、プローブと試料が接近したときに得られるトンネル電流及び電界放射電流を利用して表面状態を調べる装置であり、走査型原子間力顕微鏡（AFM）は試料とプローブが接近したときに生じる原子間力を検出して試料の表面状態を調べる装置である。

【0003】 かかるプローブとしては、カンチレバー上に探針先端を備えたものが知られている。従来、カンチレバーの変位を光干渉計、特にファブリペロー共振器で測定するSPMには、(a) G. Binnigらから出願されたもの（EP0290648, JP63-309802）があり、この構成を図11に示す。これはカンチレバー5上に備えた反射鏡73と、支持体71の反対面に備えたハーフミラー74と、支持体71に設けられたヴァイアホール72でファブリペロー共振器が構成される。

【0004】 また、別の従来例として (b) Rev. Sci. Instrum., Vol. 62, No. 5, p. p. 1280-1284 (1991) に P. Mulhernらが報告したものがあり、この構成を図12に示す。これは光ファイバー端84を一方の反射面となるように高精度の治具82を用いてファブリペロー共振器を構成したものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上記従来例 (a) では、ファブリペロー共振器を構成する2つの反射面73、74の間隔がプローブ支持体71の厚さ以上に離れてしまう。プローブ支持体の厚さを測定光の波長あるいはそれ以下の厚さとするとは、取扱いや作製技術の面から不可能である。このために以下の欠点があった。(1) 測定光を波長あるいはその10倍程度のビームに絞ろうとすると、光の平行度が悪くなり、従って共振器を往復する間のビームの広がりから、得られる干渉縞が暗くなる、あるいはコントラストが下がってしまう。(2) また、逆に平行度の高い太いビームを用いるとカンチレバーの変位が自由端側と固定端側で異なることから、得られる干渉縞の動きが複雑になる、あるいはコントラストが下がってしまう。

【0006】 また、従来例 (b) では、共振器の2つの反射面である光ファイバー端面84とカンチレバー81上の反射面を近接させ、かつほぼ平行となるように調整するには作業者の高い熟練度、あるいは高い精度の治具が要求される、また生産性も悪い。

【0007】 従って、本発明の目的は、明るくコントラ

ストの高い干渉縞が得られるファブリペロー共振器を備えたプローブを提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、上記プローブを備えた走査型プローブ顕微鏡、情報処理装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段及び作用】上記目的を達成するために成された本発明は、第一に、カンチレバーの自由端に探針先端を備え、該探針先端と試料表面との相互作用により生ずるカンチレバーの微小変位が、測定光を用いた光学的な手段により検出される微小変位検出プローブの製造方法において、(1)測定光に対して透明な層上に後工程で除去するバッファ層を形成する工程、

(2)上記透明層上にカンチレバー支持部を形成する工程、(3)上記バッファ層上にカンチレバー本体を形成する工程、(4)カンチレバー形成後に上記バッファ層を除去する工程とを含むことを特徴とする微小変位検出プローブの作製方法であり、第二に、上記第一の作製方法により作製される微小変位検出プローブであって、片面に測定光を部分反射する反射面を有する透明層上に、該透明層に対して空隙を保持してカンチレバーが形成されていることを特徴とする微小変位検出プローブであり、第三に、プローブと試料間の近接相互作用を利用した走査型プローブ顕微鏡において、該プローブに上記第二の微小変位検出プローブを用いたことを特徴とする走査型プローブ顕微鏡であり、第四に、記録媒体にプローブを介して情報の記録再生を行う情報処理装置において、該プローブに上記第二の微小変位検出プローブを用いたことを特徴とする情報処理装置である。

【0010】本発明の微小変位検出プローブは、一般の半導体プロセス技術を用いて容易に作製することができ、その具体例を図1の工程図に従って説明する。

【0011】まず、基板1上に100Å～数百Åの厚さで測定光の反射率が50～90%となる第1の反射層2を形成する(図1(a)参照)。基板1はカンチレバーおよびファブリペロー共振器を保持するものであり、測定光(波長λ)が可視光の場合はガラス基板、赤外光の場合はガラスあるいはSi基板など測定光に対して透明な材料を用いることができる。第1の反射層2としてはAuあるいはCrなどの蒸着膜や誘電体多層膜を用いることができる。

【0012】次に、厚さがλの数分の1程度のAlあるいはTiのバッファ層3を形成し、フォトリソ技術によりカンチレバー支持部となる部分3aをエッチングにより除去する(図1(b)参照)。

【0013】次に、第1の反射層2と同様にして第2の反射層4を形成する(図1(c)参照)。尚、この第2の反射層4は、後述するカンチレバー本体が測定光を反射する材料から成る場合には必ずしも設ける必要はない。

【0014】次に、カンチレバー本体5となるSiO₂あるいはSi₃N₄層を厚さ0.5～1μmでスパッタあるいはCVDにより形成する。さらにフォトリソ技術によりカンチレバー形状に加工し、その上に探針先端6をPt等でEB蒸着により作製する(図1(d)参照)。

【0015】最後に、AlあるいはTiのバッファ層3を選択的に、例えば弗酸と硝酸の混酸でエッチングにより除去する(図1(e)参照)。尚、7aは測定光、7bは第1の反射層2からの反射光、7cは第2の反射層4からの反射光を表わしている。

【0016】この様にして作製される本発明の微小変位検出プローブは、透過層となる基板1に設けられた反射層2と、カンチレバー5に設けられた反射層4との間隔を測定光の波長あるいはそれ以下とすることができ、また、これらの反射面をほぼ平行な状態で形成することができる。これにより、明るくコントラストの高い干渉縞が得られるファブリペロー共振器を備えた微小変位検出プローブとなるものである。

【0017】本発明の微小変位検出プローブは図1(e)に示したような構成に限定されるものではなく、例えば図2や図3に示すような構成とすることもできる。

【0018】図2の構成では、測定光に対して不透明な基板8上に透過層9を形成した後、図1と同様に反射層2、4、バッファ層3、カンチレバー5、先端6を形成後、バッファ層3を除去し、さらに測定光7aが透過する部分の基板8を除去して形成したものである。

【0019】図3の構成では、測定光に対して不透明な基板8上に、先に反射層2を形成し、その上に透過層9を形成し、その後は図2のものと同じ工程で作製したものであり、2つの反射層2、4間に透明層9と空隙3bが存在している。

【0020】尚、本発明の微小変位プローブにおいて、カンチレバー本体が絶縁性材料で形成されている場合、図4に示されるようにカンチレバー5上に先端6を形成する前に、後でバッファ層除去行程で犯されない材料例えばAuなどで電極10を形成し、その上の先端6を導電性材料、例えばPtで形成する。これにより試料と先端6間にトンネル電流を流すための電極10とファブリペロー共振器を備えたプローブが得られる。

【0021】尚、上記構成例ではカンチレバー支持部5aとカンチレバー本体5をおなじ材料で形成したが、支持部5aを別の材料、例えばAu電極で挟み込んだ圧電体ZnOで蒸着やスパッタにより形成し、外部から圧電体に電圧を印加することにより圧電体を変形させて、2つの反射面の間隔を調整可能なものとすることもできる。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

50 【0023】実施例1

本実施例では図1に示したような微小変位プローブを形成した。

【0024】 先ず、ガラス基板1上に300Åの厚さで測定光(波長6328Å)の反射率が50%となるAuの層2を蒸着した。(図1(a))。さらにその上に厚さが2000Å程度のAlのパuffa層3を蒸着し、フォトリソ技術によりカンチレバー支持部となる部分3aをエッチングにより除去した(図1(b))。さらに先の反射層2と同様の反射層4を蒸着した(図1(c))。その上にカンチレバー本体5となるSiO₂層を厚さ0.5μmでスパッタあるいはCVDにより形成した。さらにフォトリソ技術によりカンチレバー形状に加工し、その上にPtで尖端6をEB蒸着により作製した(図1(d))。その後、Alのパuffa層3を選択的に、弗酸と硝酸の混酸でエッチングにより除去した(図1(e))。

【0025】 本実施例で作製した微小変位プローブは、2つの反射面がほぼ平行で、その間隔は2000Åであり、上記測定光の波長以下に形成しているため、該測定光を用いて得られる干渉縞は非常に明るくコントラストの高いものであった。

【0026】 実施例2

本実施例では図2に示したような微小変位プローブを形成した。

【0027】 先ず、可視の測定光に対して不透明な方位(100)のSi基板8の表面に熱酸化層9を形成した。さらにその上に実施例1と同様に、反射層2、4、パuffa層3、カンチレバー5、尖端6を形成後、パuffa層3を除去し、さらに測定光7aが透過する部分のSi基板をKOHをエッチャントとして用いた異方性エッチングにより除去した。

【0028】 本実施例の微小変位プローブにおいても、可視光を用いて得られる干渉縞は非常に明るくコントラストの高いものであった。

【0029】 実施例3

本実施例では図3に示したような微小変位プローブを形成した。

【0030】 先ず、可視の測定光に対して不透明な方位(100)のSi基板8上にAuの反射層2を蒸着し、その上に、SiO₂の透明層9をCVDで形成した。さらにその上に実施例1と同様に、反射層2、4、パuffa層3、カンチレバー5、尖端6を形成後、パuffa層3を除去し、さらに測定光7aが透過する部分のSi基板をKOHをエッチャントとして用いた異方性エッチングにより除去した。

【0031】 本実施例の微小変位プローブにおいても、可視光を用いて得られる干渉縞は非常に明るくコントラストの高いものであった。

【0032】 実施例4

本実施例では実施例1～3にて作製した本発明の微小変

位プローブを図5に示されるような構成の走査型プローブ顕微鏡に搭載し、試料表面の観察を行ったものである。

【0033】 先ず、図5の装置において探針尖端6が観察試料55の表面に1nm以下の距離まで近接するように、X・Y・Zステージ56で該試料55の位置を調整する。光源51から出射された測定光7aは、偏光ビームスプリッタ52によりプローブ方向に反射され、1/4波長板53により偏光方向が45度回転される。第1の反射層2で測定光の一部が反射光7bとなり、透過光の一部あるいは全てが第2の反射層4で反射光7cとなる。反射光7b、7cは1/4波長板53を透過すると偏光方向がさらに45度回転され、偏光ビームスプリッタ52を透過して受光素子54で受光される。受光される光強度は、複数の反射光が干渉した結果の強度となる。この光強度は2つの反射層2、4の間隔によって、すなわちカンチレバー5のたわみ量によって変化する。

【0034】 この光強度変化をZ方向変位信号として用い、探針尖端6と試料55との相互作用によって生じるカンチレバー5のたわみ量が一定となるようにZ方向フィードバック処理回路57でZ方向ステージを調整しながら、X、Yステージ駆動回路57によりX方向、Y方向の走査を行う。このとき試料55の表面状態により変化するZ方向のフィードバック信号とX、Yの位置信号を用いて表示装置58で試料表面状態を観察することができる。

【0035】 上記プローブを用いて、高精度な走査型プローブ顕微鏡を容易に実現できた。

【0036】 尚、観察試料55を情報が記録された媒体、即ち表面変調したHOPG(Highly-Oriented-Pyrolithic-Graphite)劈開面、Siウエハー、Rh25Zr75、Co55Tb65、ガラス金属とし、表示装置26を情報抽出装置とすることにより、本構成で情報再生装置も容易に実現できた。

【0037】 実施例5

本実施例では実施例1～3の微小変位プローブの作製方法において、フォトリソグラフのパターンを拡張することにより同一シリコン基板上に複数個作製したマルチ微小変位プローブを、図6に示される構成の情報処理装置に搭載し、情報の記録再生を行ったものである。

【0038】 記録時には、記録用電圧印加装置62により適当なプローブの電極にパルス電圧を印加し、そのプローブの尖端6と媒体55(例えば、スクアリウムービス-6-オクチルアズレン等)間に流れるトンネル電流により媒体の表面状態を変化させて情報を記録する。

【0039】 61は一つの光源と複数の部分反射ミラーからなる光出射ユニットで、ここから出射された光7aは実施例4と同様に2つの反射層で反射光7b、7cと

7

なる。この反射光によりできた干渉縞の光強度を受光素子アレイ63で検知する。得られた光強度情報から記録された情報を再生することができた。これにより、情報記録再生装置が得られる。

【0040】本プローブによれば、明るくコントラストの高い干渉縞が得られるので、各プローブ毎に光源を備えたり、複数の光スイッチで光路を切り替えたりすることなく、単純な光源構成で情報処理装置を実現できた。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば以下 10 の効果を奏する。

【0042】(1) 一般の半導体プロセス技術を用いて、2つの反射面がほぼ平行で間隔が測定光の波長以下のファブリペロー共振器を備えた微小変位検出プローブを容易に作製できる。

【0043】(2) 本発明のプローブにより測定光を用いて得られる干渉縞は非常に明るくコントラストが高いものとなり、より正確で精度良く微小変位を検出できる。

【0044】(3) 本発明のプローブを用いて構成され 20 る走査型プローブ顕微鏡及び情報処理装置は、より高精度な装置となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るプローブ作製工程を示す断面図である。

【図2】本発明の他の実施例によるプローブ断面図である。

【図3】本発明の他の実施例によるプローブ断面図である。

【図4】本発明の他の実施例によるプローブ断面図であ 30 る。

【図5】本発明のプローブを用いた走査型プローブ顕微鏡の概略図である。

8

【図6】本発明のプローブを用いた情報処理装置の概略図である。

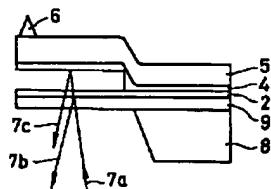
【図7】従来例のファブリペロー共振器を備えたプローブを示す図である。

【図8】従来例のファブリペロー共振器を備えたプローブを示す図である。

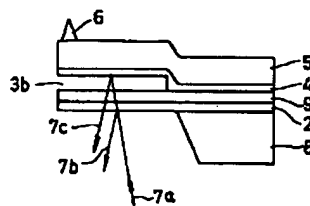
【符号の説明】

- 1 測定光に対して透明な基板
- 2 第1の反射層
- 3 バッファ層
- 3 a カンチレバー支持部のために除去するバッファ層
- 3 b バッファ層を除去してできた空隙
- 4 第2の反射層
- 5 カンチレバー
- 6 探針先端
- 7 測定光
- 7 a 入射光
- 7 b 第1の反射層からの反射光
- 7 c 第2の反射層からの反射光
- 8 不透明基板
- 9 透明層
- 10 電極
- 51 レーザ光源
- 52 偏光ビームスプリッタ
- 53 1/4波長板
- 54 受光素子
- 55 観察試料あるいは情報記録媒体
- 56 XYZ方向移動ステージ
- 57 Z方向フィードバック及びXYステージ駆動回路
- 58 表示装置
- 61 光源と光分波器からなる発光ユニット
- 62 記録用電圧印加装置
- 63 受光素子アレイ

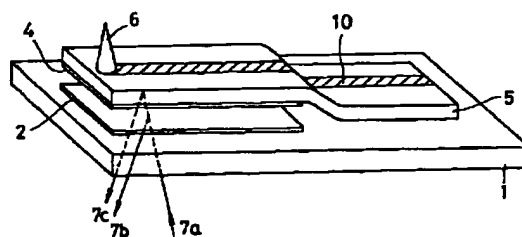
【図2】



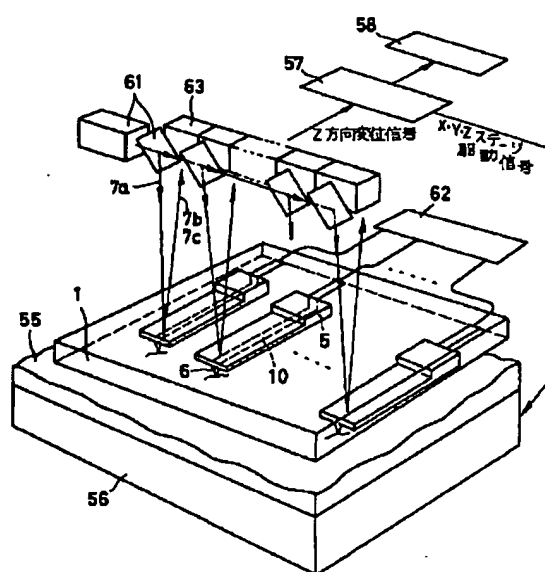
【図3】



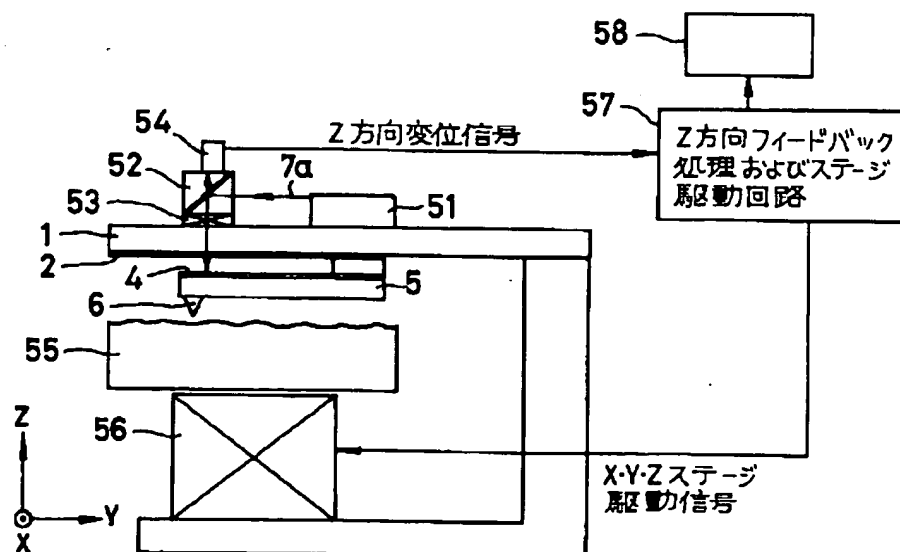
【図4】



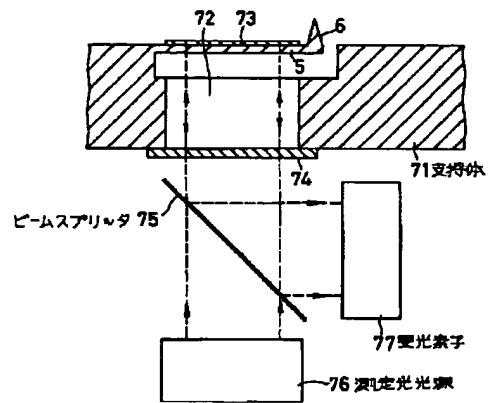
【図 6】



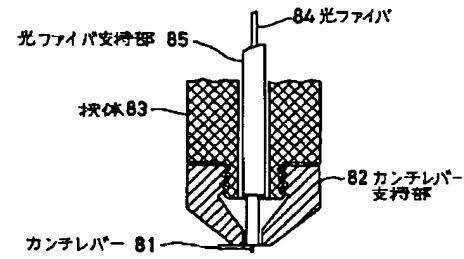
【図5】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁵

H 0 1 L 41/09

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

(72)発明者 黒田 亮

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内